

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 6 : B01D 53/94, F01N 3/20, B01D 53/86	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/30810 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Juni 1999 (24.06.99)
--	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03643 (22) Internationales Anmeldedatum: 11. Dezember 1998 (11.12.98) (30) Prioritätsdaten: 197 56 251.5 17. Dezember 1997 (17.12.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WISSLER, Gerhard [DE/DE]; Helmumstrasse 46, D-93104 Stünching (DE). PAJONK, Günther [DE/DE]; Hellerwiese 7, D-96199 Zapfendorf (DE). WEIGL, Manfred [DE/DE]; Breitenfeldstrasse 12, D-93161 Viehhausen (DE). HOFMANN, Lothar [DE/DE]; Klosterstrasse 48, D-96264 Altenkunstadt (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
--	---

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REDUCING THE NITROGEN OXIDES PRESENT IN THE WASTE GAS OF A COMBUSTION UNIT

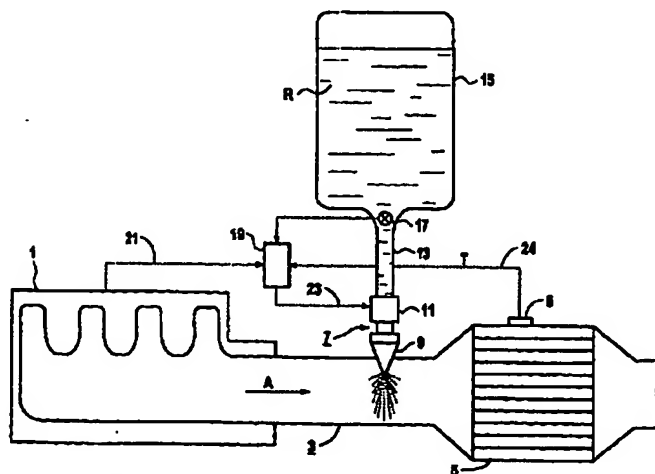
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REDUZIERUNG DER STICKOXIDE IM ABGAS EINER VERBRENNUNGSANLAGE

(57) Abstract

According to the invention, not only the parameters characterising the operating status of the combustion unit (1), the waste gas (A) and/or the catalyst (5) are taken into account in determining the quantity of reducing agent solution (R) to be added to the waste gas (A) of a combustion unit (1), especially of a diesel engine, for the catalysed reduction of nitrogen oxides according to the SCR technique, but also the concentration of the reducing agent in the reducing agent solution. This enables the safety margin which is required to avoid a reducing agent spillage to be reduced to a theoretically optimal proportion, hereby improving the rate of conversion of the nitrogen oxides.

(57) Zusammenfassung

Bei der Bestimmung der Eingabemenge einer Reduktionsmittellösung (R) in das Abgas (A) einer Verbrennungsanlage (1), insbesondere eines Dieselmotors, zur katalytischen Reduzierung der Stickoxide nach dem SCR-Verfahren wird zusätzlich neben den Betriebszustand der Verbrennungsanlage (1), das Abgas (A) und/oder den Katalysator (5) charakterisierenden Parametern die Konzentration des Reduktionsmittels in der Reduktionsmittellösung berücksichtigt. Dadurch lässt sich der zur Vermeidung eines Reduktionsmittelschlupfes erforderliche Sicherheitsabstand zu einer theoretisch optimalen Eingabemenge verringern, wodurch die Umsatzrate der Stickoxide verbessert wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

1

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Reduzierung der Stickoxide im Abgas einer Verbrennungsanlage.

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur katalytischen Umsetzung von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage, insbesondere eines Dieselmotors.

- 10 Bei der Verbrennung von fossilem Brennstoff wie Erdöl oder Kohle in einer Verbrennungsanlage, insbesondere von Dieselmotorkraftstoff in einem Dieselmotor, können in nicht unerheblichem Umfang Schadstoffe entstehen, die über das Abgas an die Umwelt abgegeben werden und dort Schäden anrichten können.
- 15 Insbesondere stellen dabei die Stickoxide ein nicht unerhebliches Problem dar, da diese als Mitverursacher für den sauren Regen und das Waldsterben diskutiert werden.

- Um den Eintrag von Stickoxiden in die Umwelt zu vermindern,
- 20 ist der Einsatz von in der Abgasleitung einer Verbrennungsanlage angeordneten Katalysatoren zur katalytischen Umwandlung der im Abgas enthaltenen Stickoxide in unbedenkliche Stoffe bekannt.

- 25 Für einen mit Luftüberschuß betriebenen Verbrennungsmotor, wie z.B. einem Dieselmotor, ist es bekannt, die Stickoxide nach dem Verfahren der selektiven, katalytischen Reduktion (SCR-Verfahren) aus dem Abgas zu entfernen. Dabei wird in das Abgas vor dem Durchströmen eines sogenannten SCR- oder DeNOx-
- 30 Katalysators ein Reduktionsmittel eingebracht, das die im Abgas enthaltenen Stickoxide in Anwesenheit von Sauerstoff am

2

Katalysator zu unschädlichem Stickstoff und Wasser umgesetzt. Als Reduktionsmittel wird dabei in der Regel Ammoniak verwendet. Zur Zuführung des Reduktionsmittels ist es auch bekannt, eine Reduktionsmittellösung in das Abgas einzubringen, aus
5 welcher das eigentliche Reduktionsmittel freigesetzt wird. Im Falle von Ammoniak ist eine solche Reduktionsmittellösung beispielsweise eine wäßrige Harnstofflösung oder Ammoniakwasser. Siehe hierzu die Siemens-Firmenschrift: SINOx, Stickoxidminderung für stationäre Dieselmotoren, 1997, Best.-Nr.:
10 A96001-U91-A232.

Bei der Stickoxidminderung nach dem SCR-Verfahren muß stets eine an die aktuelle Stickoxidemission angepaßte Reduktionsmittelmeng
15 e in das Abgas eingebracht werden, um eine hohe Umsatzrate der Stickoxide am Katalysator zu erzielen, ohne daß hierbei ein nennenswerter Schlupf an Reduktionsmittel auftritt, was im Falle von Ammoniak schädlich für die Umwelt wäre.

20 Insbesondere bei instationären Verbrennungsanlagen, wie z.B. zur Traktion von LKW oder PKW eingesetzten Dieselmotoren, welche mit häufigen Lastwechseln betrieben werden, gestaltet sich die Ermittlung der einzubringenden Menge an Reduktionsmittel äußerst schwierig. Da bislang schnelle Sensoren zur
25 direkten Ermittlung der Stickoxidkonzentration im Abgas nicht bekannt sind, muß die Stickoxidkonzentration aus den Betriebszustand der Verbrennungsanlage charakterisierenden Parametern, wie z.B. Drehzahl, Drehmoment oder Regelstangenweg, ermittelt werden. Hierzu wird die Konzentration der Stick-
30 oxide jeweils bei definierten Betriebszuständen der Verbren-

nungsanlage in einem Prüfstand ermittelt und in einem Kennfeld in einer Kontrolleinheit abgelegt. Aus diesem Kennfeld wird dann während des Betriebs aus den den Betriebszustand der Verbrennungsanlage charakterisierenden Parametern die

5 Konzentration der Stickoxide abgelesen und eine entsprechende Menge an Reduktionsmittel oder Reduktionsmittellösung zudosiert. Dabei muß jedoch gerade bei stark schwankenden Abgas-temperaturen oder bei einer Alterung der Verbrennungsanlage oder des Katalysators infolge der starren Kennlinie stets ein

10 gewisser Sicherheitsabstand zur eigentlich erforderlichen Menge an Reduktionsmittel eingehalten werden, um einen Schlupf des Reduktionsmittels sicher zu vermeiden. Es wird also stets etwas weniger Reduktionsmittel zugeführt, als zur Umsetzung der Stickoxide notwendig wäre. Zur Vermeidung des

15 Schlupfes wird unterhalb der theoretisch möglichen Umsatzrate gearbeitet.

Zu einer genaueren Dosierung und um den Sicherheitsabstand zu verkleinern, ist es aus der DE 19536571 A1 auch bekannt, bei

20 der Ermittlung der zuzudosierenden Menge an Reduktionsmittel zusätzlich Parameter des Abgases wie Temperatur, Druck oder chemische Zusammensetzung, sowie den Katalysator charakterisierende Parameter wie Speicherkapazität, z.B. für Reduktionsmittel, Temperatur, katalytische Aktivität oder Aufbau zu

25 berücksichtigen. Insbesondere die Berücksichtigung der Speicherkapazität des Katalysators erlaubt eine weitere Verringerung des Sicherheitsabstandes und damit eine Erhöhung der Umsatzrate, da nun auch das vom Katalysator bei niedrigen Temperaturen durch Adsorption gespeicherte und bei hohen Tempe-

raturen durch Desorption an das Abgas abgegebene Reduktionsmittel miteinbezogen wird.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren
5 und eine Vorrichtung zur katalytischen Umsetzung von im Abgas einer Verbrennungsanlage enthaltenen Stickoxiden anzugeben, bei dem ein Reduktionsmittelschlupf sicher vermieden und gleichzeitig gegenüber dem Stand der Technik die Umsatzrate der Stickoxide erhöht wird.

10

Zur Lösung der Aufgabe bezüglich des Verfahrens wird angegeben ein Verfahren zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage, insbesondere eines Dieselmotors, wobei abhängig von den Betriebszustand der Verbrennungsanlage, das Abgas und/oder einen Katalysator charakterisierenden Parametern eine zu dosierende Menge einer Reduktionsmittellösung bestimmt und in Strömungsrichtung des Abgases vor dem Katalysator in das Abgas eingebracht wird, wobei das Reduktionsmittel aus der Reduktionsmittellösung
15 freigesetzt und mit den Stickoxiden am Katalysator umgesetzt wird, und wobei erfindungsgemäß die Konzentration der Reduktionsmittellösung bestimmt und die zu dosierende Menge an die ermittelte Konzentration angepaßt wird.

20

25 Die Erfindung geht von der Beobachtung aus, daß auch bei einer mit Berücksichtigung der Speicherkapazität des Katalysators und der Abgaszusammensetzung berechneten Menge an zuzudosierendem Reduktionsmittel unter gewissen Betriebsbedingungen ein Reduktionsmittelschlupf feststellbar ist. Der Reduktionsmittelschlupf tritt vermehrt dann auf, wenn das eigent-
30

liche Reduktionsmittel von einer Reduktionsmittellösung freigesetzt wird.

Die Erfindung geht dann von der Überlegung aus, daß der beobachtete Reduktionsmittelschlupf eine Folge unterschiedlicher Konzentrationen der verwendeten Reduktionsmittellösungen ist. Da bei herkömmlichen Dosierverfahren von einer festen Konzentration ausgegangen wird, führen verschiedene, herstellungsbedingte oder durch Verdunstungseffekte entstandene Konzentrationen zu nicht unerheblichen Abweichungen der tatsächlich eingebrachten Menge an Reduktionsmittel gegenüber der vorgesehenen. Diese Dosierungsfehler beim Einbringen der Reduktionsmittellösung lassen sich jedoch dadurch vermeiden, daß die Konzentration der Reduktionsmittellösung zur Bestimmung der tatsächlich in das Abgas eingedüsten Reduktionsmittelmenge herangezogen wird. Ist die tatsächliche Konzentration der Reduktionsmittellösung bekannt, so ist damit die Reduktionsmittelmenge bzw. die Menge der das Reduktionsmittel freisetzenden Substanz pro Volumeneinheit der Reduktionsmittellösung bekannt. Damit läßt sich die aus einer vorgegebenen, d.h. angenommenen Konzentration der Reduktionsmittellösung errechnete Zugabemenge an die tatsächliche Konzentration anpassen. Die Anpassung an die tatsächliche Konzentration kann z.B. durch einen Korrekturfaktor erfolgen, so daß bei einer volumetrischen Zudosierung das zudosierte Volumen der Reduktionsmittellösung bei einer gegenüber der angenommenen Konzentration verringerten tatsächlichen Konzentration vergrößert oder bei einer gegenüber der angenommenen Konzentration vergrößerten tatsächlichen Konzentration verringert wird. Es ist aber ebenso gut vorstellbar, den beispielsweise

in einer Kontrolleinheit abgelegten Wert der angenommenen Konzentration der Reduktionsmittellösung durch den tatsächlichen Wert zu ersetzen und diesen dann zur Berechnung der zu dosierenden Menge der Reduktionsmittellösung heranzuziehen.

5

Die Erfindung erlaubt gegenüber dem Stand der Technik eine weitere Verringerung des Sicherheitsabstandes zwischen der tatsächlich eingebrachten und der theoretisch optimalen Menge an Reduktionsmittel, ohne daß ein Schlupf des Reduktionsmittels auftritt. Dadurch kann eine hohe Umsatzrate der Stickoxide gerade auch bei einer instationären Verbrennungsanlage, insbesondere bei einem Dieselmotor, erzielt werden.

Da die Reduktionsmittellösung in der Regel in einem abgeschlossenen Behälter aufbewahrt wird, ist keine rasche Änderung der Konzentration der Reduktionsmittellösung zu erwarten. Es genügt daher, die Konzentration der Reduktionsmittellösung diskontinuierlich, z.B. periodisch mit vorgegebenen Zeitabständen, zu bestimmen.

20

Vorteilhafterweise erfolgt die diskontinuierliche Bestimmung der Konzentration der Reduktionsmittellösung jeweils bei der Befüllung eines Vorratsbehälters mit Reduktionsmittellösung. So wird es möglich, herstellungsbedingte Konzentrationsunterschiede beim Befüllen oder auch das Mischen mit eventuell noch im Reduktionsmitteltank befindlicher, alter Reduktionsmittellösung anderer Konzentration bei der Dosierung zu berücksichtigen. Dies ist insbesondere bei nichtstationären Verbrennungsanlagen, wie z.B. bei einem zur Traktion verwendeten Dieselmotor, von Vorteil, wenn in regelmäßigen Abstän-

30

den an verschiedenen Orten Reduktionsmittellösung unterschiedlicher Herkunft aufgefüllt werden muß.

Die Dosiergenauigkeit läßt sich vorteilhaft noch weiter erhöhen, wenn die momentane Konzentration der Reduktionsmittellösung bei und/oder vor Einbringen der Reduktionsmittellösung in das Abgas bestimmt wird. Dadurch lassen sich auch die Konzentration beeinflussende Faktoren wie beispielsweise Dichteschwankungen bei Temperaturänderungen, Verdunstung und Verunreinigung der Reduktionsmittellösung bei der Dosierung der Reduktionsmittellösung berücksichtigen und ausgleichen.

Bevorzugt wird die Konzentration der Reduktionsmittellösung dadurch bestimmt, daß die Leitfähigkeit der Reduktionsmittellösung gemessen wird. Dabei muß natürlich vorausgesetzt werden, daß die Reduktionsmittellösung elektrisch leitend ist, wie das z.B. bei einer wäßrigen Harnstofflösung der Fall ist. Es ist aber auch möglich, die Konzentration der Reduktionsmittellösung über die Messung ihres pH-Wertes zu bestimmen. Dies ist z.B. bei der Verwendung von Ammoniakwasser als Reduktionsmittellösung möglich.

In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung wird als Reduktionsmittellösung eine wässrige Harnstofflösung eingebracht, aus welcher Ammoniak freigesetzt wird. Das freigesetzte Ammoniak wird an einem DeNO_x -Katalysator auf Basis von TiO_2 mit Beimengungen an V_2O_5 , MoO_3 und/oder WO_3 mit den Stickoxiden umgesetzt.

Die Aufgabe bezüglich der Vorrichtung wird gelöst durch eine Vorrichtung zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage, insbesondere eines Dieselmotors, mit einer Abgasleitung, mit einem Katalysator, mit einer in Strömungsrichtung des Abgases vor dem Katalysator angeordneten Dosiereinrichtung zum Einbringen einer definierten Menge einer Reduktionsmittellösung in das Abgas und einer mit der Dosiereinrichtung verbundenen Kontrolleinheit zur Eingabe und zur Bestimmung der zu dosierenden Menge der Reduktionsmittellösung aus verfügbaren, den Betriebszustand der Verbrennungsanlage, das Abgas und/oder den Katalysator charakterisierenden Parametern, wobei erfindungsgemäß ein Sensor zur Messung der Konzentration der Reduktionsmittellösung vorgesehen ist, welcher mit der Kontrolleinheit verbunden ist, die zusätzlich für eine Anpassung der zu dosierenden Menge an die durch den Sensor verfügbare Konzentration ausgebildet ist.

Die Kontrolleinheit ermittelt aus den verfügbaren, den Betriebszustand der Verbrennungsanlage, das Abgas und/oder den Katalysator kennzeichnenden Parametern über ein implementiertes Kennfeld zunächst den zugeordneten Stickoxidanteil des Abgases und errechnet daraus die für die Umsetzung der im Abgas enthaltenen Stickoxide notwendige Reduktionsmittelmenge. Ein geeigneter Sensor ermittelt weiter die Konzentration der Reduktionsmittellösung und gibt diese an die Kontrolleinheit weiter. Die Kontrolleinheit paßt dann die in das Abgas einzubringende Menge der Reduktionsmittellösung, welche die für den momentanen Stickoxidgehalt des Abgases notwendige Reduktionsmittelmenge enthält, an die vom Sensor gemessene Konzentration an.

Arbeitet die Kontrolleinheit mit einem fest vorgegebenen Wert für die Konzentration der Reduktionsmittellösung (z.B. gemäß der Herstellerangabe), so wird aus der momentanen Konzentration ein entsprechender Korrekturfaktor bestimmt. Auch ist es
5 möglich, den in der Kontrolleinheit abgelegten Wert für die Konzentration der Reduktionsmittellösung durch den tatsächlichen Wert zu ersetzen und diesen direkt zur Berechnung der zuzudosierenden Menge der Reduktionsmittellösung heranzuziehen. Schließlich veranlaßt die Kontrolleinheit über die Dosiereinrichtung das Einbringen der angepaßten Menge Reduktionsmittellösung in das Abgas.
10

Vorteilhafterweise ist der Sensor zur Bestimmung der Konzentration der Reduktionsmittellösung als Leitfähigkeitssensor ausgebildet. Bevorzugt umfaßt der Leitfähigkeitssensor dazu
15 zwei an eine Spannungsquelle anschließbare und in die Reduktionsmittellösung eintauchbare Elektroden. Wenn die Elektroden mit einer bekannten Spannung beaufschlagt werden, fließt in der Reduktionsmittellösung ein Strom, über den auf den elektrischen Widerstand der Reduktionsmittellösung und damit
20 auf die Konzentration des Reduktionsmittels in der Reduktionsmittellösung geschlossen werden kann. Die hohe Zuverlässigkeit des Leitfähigkeitssensors ermöglicht eine gleichbleibend gute Erfassung der Konzentration über die gesamte Betriebsdauer der Verbrennungsanlage.
25

Im Falle einer wässrigen Harnstofflösung besteht der Sensor bevorzugt aus einem Harnstoff-resistenten Material, wie z.B. Edelstahl.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt dabei eine schematische Darstellung eines Dieselmotors, mit einer an die Abgasleitung angeschlossenen Vorrichtung zur katalyti-
5 schen Reduzierung der im Abgas enthaltenen Stickoxide nach dem SCR-Verfahren, wobei die Konzentration der in das Abgas einzubringenden Reduktionsmittellösung berücksichtigt wird.

In der Zeichnung ist als eine Verbrennungsanlage 1 ein Dieselmotor mit einer Abgasleitung 3 und einem Katalysator 5 ge-
10 zeigt. Der Katalysator 5 ist als ein wabenförmiger DeNOx-Katalysator zur Reduzierung von Stickoxiden nach dem SCR-Verfahren ausgeführt und umfaßt als Hauptbestandteil TiO_2 sowie Beimengungen an WO_3 , V_2O_5 und MoO_3 . Dem Katalysator (5) ist
15 ein Temperaturfühler 6 zur Bestimmung der Temperatur T des Katalysators 5 zugeordnet. An der Abgasleitung 3 ist in Strömungsrichtung eines Abgases A vor dem Katalysator 5 eine Dosiereinrichtung 7 für eine Reduktionsmittellösung R angeordnet, die eine Einspritzdüse 9 und ein Ventil 11 umfaßt. Die
20 Dosiereinrichtung 7 ist über eine Zuleitung 13 mit einem Vorratsbehälter 15 verbunden. Als Reduktionsmittellösung R kommt eine wäßrige Harnstofflösung zum Einsatz, die bei Einbringung in das heiße Abgas A des Dieselmotors Ammoniak als Reduktionsmittel freisetzt.

25 Am tiefsten Punkt des Vorratsbehälters 15, im Bereich der Mündung der Zuleitung 13, befindet sich ein Sensor 17 zur Bestimmung der Konzentration der Reduktionsmittellösung R. Der Sensor 17 ist als ein Leitfähigkeitssensor ausgebildet, welcher
30 zwei nicht näher dargestellte Elektroden umfaßt, die an

eine Spannungsquelle angeschlossen sind und in die Reduktionsmittellösung eintauchen. Durch eine an die Elektroden angelegte Spannung, wird über den dann fließenden Strom auf den elektrischen Widerstand und damit auf die Konzentration der wäßrigen Harnstofflösung geschlossen.

Der Sensor 17 ist mit einer Kontrolleinheit 19 verbunden, welche zusätzlich über eine Datenleitung 21 als den Betriebszustand des Dieselmotors kennzeichnende Parameter Drehmoment, Drehzahl, Betriebstemperatur sowie Kraftstoffverbrauch erfaßt. Die Kontrolleinheit 19 ist weiterhin über eine Steuerleitung 23 mit dem Ventil 11 der Dosiereinrichtung 7 verbunden. Auch wird der Kontrolleinheit über eine Datenleitung 24 die Temperatur T des Katalysators 5 zur Verfügung gestellt.

Die Kontrolleinheit 19 ermittelt aus den ihr über die Datenleitung 21 zur Verfügung stehenden, den Betriebszustand des Dieselmotors kennzeichnenden Parametern die Stickoxidemission des Dieselmotors. Dazu wird aus einem in der Kontrolleinheit 19 abgelegten Kennfeld die zu den Werten der entsprechenden Parameter gehörige Stickoxidemission ausgelesen. Die Kontrolleinheit 19 berücksichtigt ferner über die Temperatur des Katalysators 5 den Katalysatorfüllstand an Reduktionsmittel und errechnet schließlich die dem Abgas A zuzuführende Menge an Reduktionsmittel, insbesondere aus einer vorgegebenen Konzentration des Reduktionsmittels in der Reduktionsmittellösung (R) die zuzuführende Menge der Reduktionsmittellösung (R).

12

Vor Eindüsung erfaßt die Kontrolleinheit 19 über den Sensor 17 die aktuelle Konzentration der Reduktionsmittellösung R im Vorratsbehälter 15 und bestimmt dann mittels eines Korrekturfaktors eine entsprechend der aktuellen Konzentration angepasste Menge an Reduktionsmittellösung. Über die Steuerleitung 23 wird zuletzt die Dosiereinrichtung 7 veranlaßt, die angepasste Menge der Reduktionsmittellösung R über das Ventil 11 und die Einspritzdüse 9 in das Abgas A in bekannter Weise einzudüsen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden im Abgas (A) einer Verbrennungsanlage (1), insbesondere eines Dieselmotors, wobei abhängig von den Betriebszustand der Verbrennungsanlage (1), das Abgas (A) und/oder einen Katalysator (5) charakterisierenden Parametern eine zu dosierende Menge einer Reduktionsmittellösung (R) bestimmt und in Strömungsrichtung des Abgases (A) vor dem Katalysator (5) in das Abgas (A) eingebracht wird, wobei ein Reduktionsmittel aus der Reduktionsmittellösung (R) freigesetzt und mit den Stickoxiden am Katalysator (5) umgesetzt wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Konzentration der Reduktionsmittellösung (R) bestimmt und die zu dosierende Menge an die ermittelte Konzentration angepaßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Konzentration der Reduktionsmittellösung (R) diskontinuierlich bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Konzentration der Reduktionsmittellösung (R) diskontinuierlich jeweils bei der Befüllung eines Vorratsbehälters (15) mit der Reduktionsmittellösung (R) bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Kon-
zentration der Reduktionsmittellösung (R) diskontinuierlich
bei und/oder vor Einbringen der Reduktionsmittellösung (R) in
5 das Abgas (A) bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Kon-
zentration der Reduktionsmittellösung (R) durch Messen der
10 Leitfähigkeit der Reduktionsmittellösung (R) bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Reduk-
tionsmittellösung (R) eine wässrige Harnstofflösung einge-
15 bracht wird und der Katalysator (5) ein DeNOx-Katalysator
ist.

7. Vorrichtung zur katalytischen Reduzierung von Stickoxiden
im Abgas (A) einer Verbrennungsanlage (1), insbesondere eines
20 Dieselmotors, mit einer Abgasleitung (3), mit einem Katalysa-
tor (5), mit einer in Strömungsrichtung des Abgases (A) vor
dem Katalysator (5) angeordneten Dosiereinrichtung (7) zum
Einbringen einer definierten Menge einer Reduktionsmittellö-
sung (R) in das Abgas (A) und einer mit der Dosiereinrichtung
25 (7) verbundenen Kontrolleinheit (19) zur Bestimmung der zu
dosierenden Menge der Reduktionsmittellösung (R) aus verfüg-
baren, den Betriebszustand der Verbrennungsanlage (1), das
Abgas (A) und/oder den Katalysator (5) charakterisierenden
Parametern,

15

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Sensor (17) zur Messung der Konzentration der Reduktionsmittellösung (R) vorgesehen ist, welcher mit der Kontrolleinheit (19) verbunden ist, und daß die Kontrolleinheit (19) zusätzlich für eine Anpassung der zu dosierenden Menge der Reduktionsmittellösung (R) an die durch den Sensor (17) verfügbare Konzentration ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Sensor (17) ein Leitfähigkeitssensor ist.

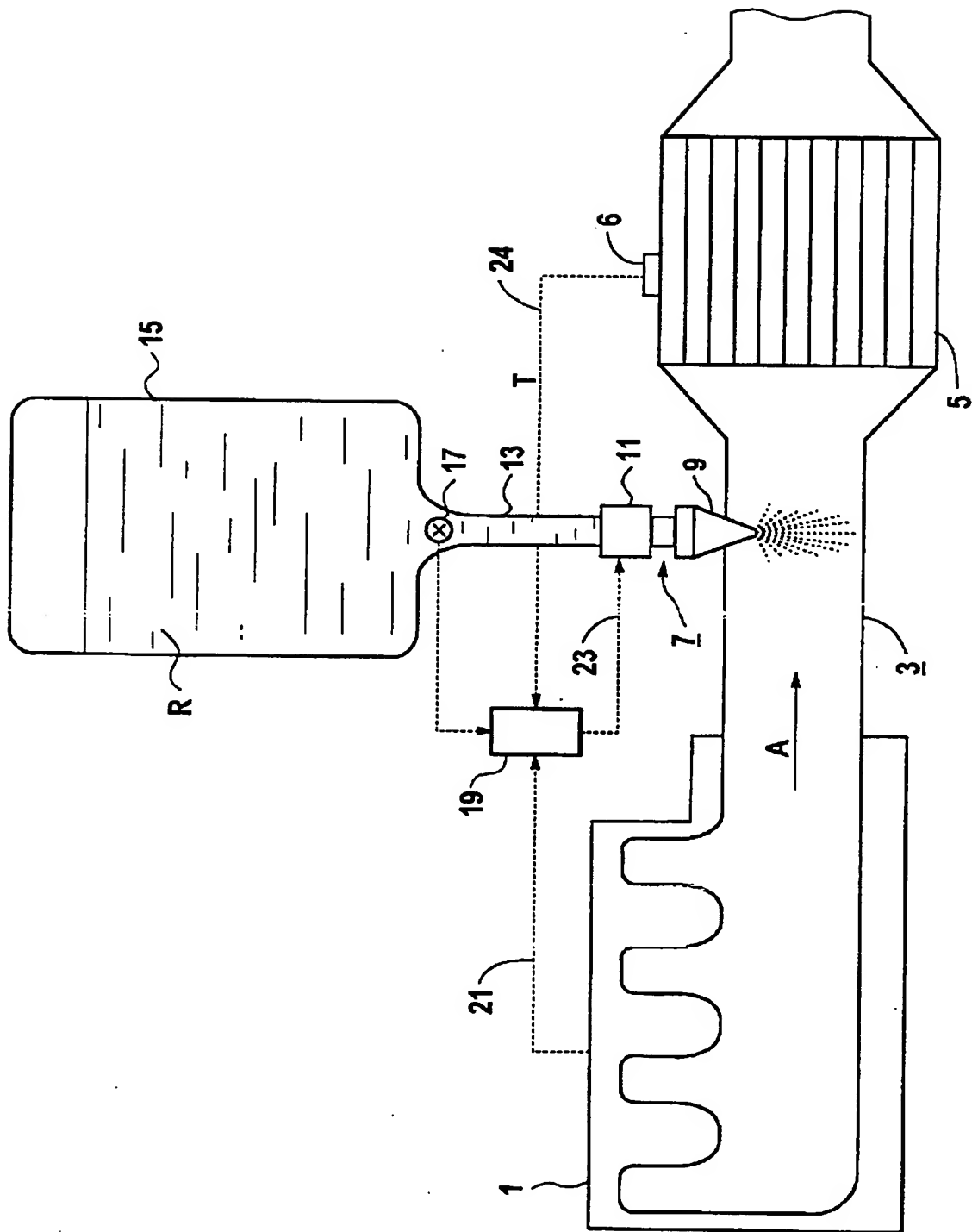
9. Vorrichtung nach Anspruch 7,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Leitfähigkeitssensor zwei an eine Spannungsquelle anschließbare und in die Reduktionsmittellösung (R) eintauchbare Elektroden umfaßt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Reduktionsmittellösung (R) eine wässrige Harnstofflösung und der Katalysator (5) ein DeNOx-Katalysator ist.

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. Int'l Application No
PCT/DE 98/03643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B01D53/94 F01N3/20 B01D53/86

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B01D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 34 071 C (SIEMENS AG) 9 February 1995 see page 2, line 34 - page 4, line 55 ---	1,5-10
X	DE 42 17 552 C (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 19 August 1993 see column 1, line 43 - column 2, line 54 ---	1,7
X	EP 0 652 500 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 10 May 1995 see column 2, line 42 - column 9, line 20 ---	1,5,7,8
X	DE 44 35 103 A (SIEMENS AG) 4 April 1996 see column 2, line 16 - column 6, line 8 ---	1,7
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 1999

Date of mailing of the international search report

21/04/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentplan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Doolan, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter: nal Application No

PCT/DE 98/03643

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 37 705 A (MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH) 11 May 1994 see column 2, line 6 - column 3, line 44; claim 1 -----	1,7
P,X	EP 0 881 367 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 2 December 1998 see column 4, line 21 - column 6, line 38 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03643

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4334071 C	09-02-1995	DE 59401394 D EP 0653237 A US 5540047 A	06-02-1997 17-05-1995 30-07-1996
DE 4217552 C	19-08-1993	FR 2691645 A GB 2267365 A,B IT 1261461 B US 5369956 A	03-12-1993 01-12-1993 23-05-1996 06-12-1994
EP 652500 A	10-05-1995	AT 169130 T DE 59406551 D ES 2119944 T US 5643536 A	15-08-1998 03-09-1998 16-10-1998 01-07-1997
DE 4435103 A	04-04-1996	NONE	
DE 4237705 A	11-05-1994	NONE	
EP 881367 A	02-12-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03643

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B01D53/94 F01N3/20 B01D53/86

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 B01D F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 43 34 071 C (SIEMENS AG) 9. Februar 1995 siehe Seite 2, Zeile 34 - Seite 4, Zeile 55	1,5-10
X	DE 42 17 552 C (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 19. August 1993 siehe Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 54	1,7
X	EP 0 652 500 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 10. Mai 1995 siehe Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 9, Zeile 20	1,5,7,8
X	DE 44 35 103 A (SIEMENS AG) 4. April 1996 siehe Spalte 2, Zeile 16 - Spalte 6, Zeile 8	1,7
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. April 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/04/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Doolan, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 37 705 A (MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH) 11. Mai 1994 siehe Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 3, Zeile 44; Anspruch 1 ---	1,7
P,X	EP 0 881 367 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 2. Dezember 1998 siehe Spalte 4, Zeile 21 - Spalte 6, Zeile 38 -----	1,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. als Aktenzeichen

PCT/DE 98/03643

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4334071 C	09-02-1995	DE 59401394 D EP 0653237 A US 5540047 A	06-02-1997 17-05-1995 30-07-1996
DE 4217552 C	19-08-1993	FR 2691645 A GB 2267365 A,B IT 1261461 B US 5369956 A	03-12-1993 01-12-1993 23-05-1996 06-12-1994
EP 652500 A	10-05-1995	AT 169130 T DE 59406551 D ES 2119944 T US 5643536 A	15-08-1998 03-09-1998 16-10-1998 01-07-1997
DE 4435103 A	04-04-1996	KEINE	
DE 4237705 A	11-05-1994	KEINE	
EP 881367 A	02-12-1998	KEINE	